



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 41 05 997 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
H 01 L 41/09
// H 01 L 41/187, C 04 B
35/49, 35/46, H 02 N
2/00

②1 Aktenzeichen: P 41 05 997.2
②2 Anmeldetag: 26. 2. 91
②3 Offenlegungstag: 5. 9. 91

DE 41 05 997 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1

26.02.90 JP 2-045247

⑦1 Anmelder:

Hitachi Metals, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:

Beetz sen., R., Dipl.-Ing.; Beetz jun., R., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Timpe, W., Dr.-Ing.; Siegfried, J., Dipl.-Ing.;
Schmitt-Fumian, W., Prof. Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Mayr, C., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000
München

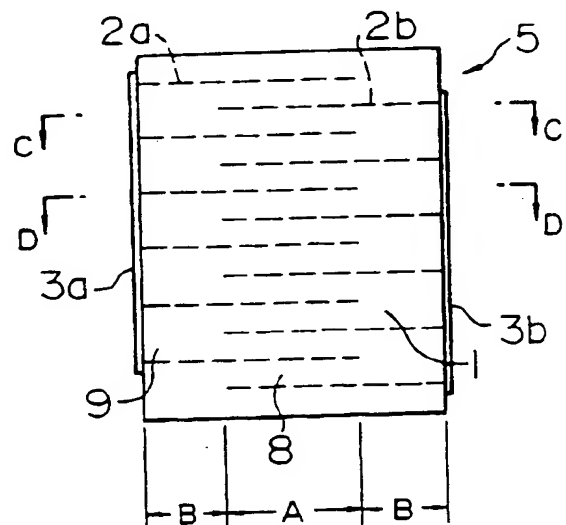
⑦2 Erfinder:

Jomura, Shigeru, Tokio/Tokyo, JP; Watanabe,
Junichi, Kumagaya, JP; Someji, Takahiro;
Watanabe, Yoshiyuki, Fukaya, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Laminatverschiebungseinrichtung

⑤7 Eine Laminatverschiebungseinrichtung weist auf: Ein Laminat (5), das durch abwechselndes Laminieren dünner Platten (1) aus einem elektromechanischen Wandlmaterial und innerer Elektroden (2a, 2b) aus einem leitenden Material gebildet ist; und äußere Elektroden (3a, 3b), die an den Seitenteilen des Laminats (5) vorgesehen und mit den inneren Elektroden (2a, 2b) verbunden sind. In der Laminatverschiebungseinrichtung wird eine Ebenenprojektionsfläche (8), die durch Überlappen der inneren Elektroden (2a, 2b) in der Laminierrichtung erhalten wird, kleiner als eine Ebenenprojektionsfläche (9) eingerichtet, die durch Überlappen der dünnen Platten (1) in der Laminierrichtung erhalten wird. Es wird einer Beziehung von $B/A \geq 0,5$ zwischen der Breitendimension A eines Verschiebungsteils (8), der durch Überlappen der Projektionen der inneren Elektroden (2a, 2b) in der Laminierrichtung gebildet wird, und der Breitenabmessung B eines Nichtverschiebungsteils (9) genügt, der zwischen dem Rand des Verschiebungsteils (8) und der Seitenoberfläche des Laminats (5) gebildet wird.



DE 41 05 997 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine elektromechanische Wandlereinrichtung, die in einem Betätigungsglied, einem Ultraschallmotor u. dgl. von industriellen Robotern verwendet wird, und insbesondere auf die Verbesserung einer Laminatverschiebungseinrichtung, bei der eine Mehrzahl dünner Platten aus einem elektromechanischen Wandlmaterial über innere Elektroden laminiert sind, wodurch ein vorbestimmter Verschiebungsbetrag gesichert wird.

Bisher verwendet ein laminiertes piezoelektrischer Wandler, der in einer Verschiebungseinrichtung verwendet wird, die in einem Positionierungsmechanismus einer X-Y-Stufe, einer Bremse od. dgl. benutzt wird, ein Verfahren, durch das Elektroden für aus einem piezoelektrischen keramischen Material bestehende dünne Platten vorgesehen werden, die zu einer bestimmten Form verarbeitet und polarisiert werden, wonach die dünnen Platten direkt oder über dünne Metallplatten mit einem Klebemittel des organischen Systems verbunden werden. Jedoch hat der laminierte piezoelektrische Wandler, der, wie erwähnt, durch Laminieren der dünnen Platten unter Verwendung des Klebemittels gefertigt wird, solche Nachteile, daß die Klebemittelschichten eine Verschiebung aufgrund der Schwingung des piezoelektrischen Wandlers in Abhängigkeit von den Verwendungsbedingungen absorbieren, das Klebemittel sich infolge der Umgebung in hoher Temperatur oder der Verwendung für eine lange Zeitdauer verschlechtert usw.

Daher gelangte in neueren Jahren ein laminiertes piezoelektrischer Wandler des laminierten Plättchenkondensatoraufbautyps zur praktischen Verwendung. So wird beispielsweise, wie in JP-B-59-32 040 gezeigt, ein pastenartiges piezoelektrisches keramisches Material, das durch Zusetzen von Bindemitteln und Lösungsmitteln in ein Rohmaterialpulver und Kneten erhalten wird, als dünne Platte mit einer vorbestimmten Dicke gebildet, und ein leitendes Material, wie z. B. Silber-Palladium od. dgl., wird auf eine oder beide Oberflächen der dünnen Platte aufgebracht, wodurch eine innere Elektrode gebildet wird. Eine vorbestimmte Zahl solcher dünner Platten wird laminiert und unter Druck verbunden und weiter zu einer bestimmten Form verarbeitet. Danach werden sie zum Erhalten von Keramikteilen gesintert. Äußere Elektroden werden auf beiden Seitenflächen des Laminats gebildet. Der laminierte piezoelektrische Wandler mit dem obigen Aufbau hat Vorteile, indem die Haftungseigenschaft des verbundenen Teils zwischen der dünnen Platte aus dem piezoelektrischen keramischen Material und der inneren Elektrode ausgezeichnet ist und auch die Wärmeeigenschaften stabil sind, so daß der laminierte piezoelektrische Wandler befriedigend auch in einer Umgebung hoher Temperatur verwendet werden kann, eine Verschlechterung auch für lange Zeit äußerst gering ist usw.

Als laminierte piezoelektrische Wandler sind solche vom sog. abwechselnden Elektrodentyp und vom sog. Gesamtoberflächen-Elektrodentyp (z. B. JP-A-58-1 96 068) bekannt.

Fig. 4 ist eine schematische Darstellung einer Laminatverschiebungseinrichtung des sog. abwechselnden Elektrodentyps. In Fig. 4 bezeichnet die Bezugsziffer 1 eine dünne Platte aus einem piezoelektrischen keramischen Material. Ein Laminat 5 ist gebildet, indem man abwechselnd positive und negative innere Elektroden 2a und 2b auf die dünne Platte 1 festhaftend aufbringt und eine Mehrzahl solcher dünner Platten laminiert. Die inneren Elektroden 2a und 2b sind derart ausgebildet, daß ein Randteil jeder der inneren Elektroden nach außen vorragt oder freiliegt und mit einer äußeren Elektrode 3a bzw. 3b verbunden ist, welche Elektroden sich in der Laminierrichtung erstrecken. Anschlußdrähte 6 sind mit den äußeren Elektroden 3a und 3b über Lotstellen 7 verbunden.

Beim vorstehenden Aufbau wird, wenn positive und negative Spannungen an die äußeren Elektroden 3a und 3b angelegt werden, ein elektrisches Feld zwischen den inneren Elektroden 2a und 2b erzeugt, und die dünne Platte 1 wird in der Dickenrichtung durch einen Längseffekt des piezoelektrischen keramischen Materials ausgedehnt, so daß eine Verschiebung auftritt.

Fig. 5 zeigt ein anderes Beispiel des laminierten piezoelektrischen Wandlers, der vom sog. Gesamtoberflächen-Elektrodentyp ist, bei dem der piezoelektrische Verschiebungswirkungsgrad verbessert ist. In Fig. 5 sind die gleichen Teile und Bauelemente wie die in Fig. 4 gezeigten mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Die inneren Elektroden 2a und 2b sind so ausgebildet, daß sie sich über die gesamte Oberfläche der dünnen Platte 1 erstrecken. Eine gewünschte Anzahl solcher dünner Platten 1 ist in einer der obigen gleichartigen Weise laminiert. Überzüge 4 aus einem Isoliermaterial sind an den Außenkanten der inneren Elektroden 2a und 2b (z. B. nur der inneren Elektroden 2b) an einer Seite des wie oben gebildeten Laminats 5 für jede zweite Schicht gebildet. Die äußere Elektrode 3a aus einem leitenden Material ist auf die Überzüge 4 aufgebracht. Andererseits sind an der anderen Seite des Laminats 5 die Überzüge 4 an den Außenkanten der inneren Elektroden (z. B. 2a) in gleichartiger Weise gebildet. Die äußere Elektrode 3b ist auf die Überzüge 4 an dieser Seite aufgebracht. Der Betrieb mit obigem Aufbau ist ähnlich wie der gemäß Fig. 4.

Beim laminierten piezoelektrischen Wandler mit dem obigen Aufbau gibt es im Fall eines Verwendungszustands, bei dem eine Verschiebung durch dauerndes Anlegen einer hohen Gleichspannung an die Elektroden, wie etwa im Fall eines elektronischen Teils, erfolgt, wenn ein Material des Silbersystems als Elektrodenmaterial verwendet wird, ein solches Problem, daß eine sog. Wanderung in der Hochfeuchtigkeitsatmosphäre auftritt und schließlich ein Isolationsdurchschlag erfolgt. Mit anderen Worten wird das die Elektroden bildende Ag, obwohl es ein Element ist, das leicht oxidiert wird, als Ag^+ in der Hochfeuchtigkeitsatmosphäre ionisiert. Die Ag-Ionen werden durch die angelegte Spannung zur negativen Elektrode angezogen und an der negativen Elektrodenfläche abgeschieden. Eine solche Abscheidung wächst im Lauf der Zeit wie ein dendritisches Wachstum, wodurch die Isolierfestigkeit zwischen den Elektroden vermindert wird und schließlich Kurzschlüsse auftreten. Ein Verfahren zur Bildung der Elektroden durch ein Edelmetallmaterial mit einem hohen Schmelzpunkt, wie z. B. Pt oder Pd, wird auch als Mittel zur Vermeidung einer solchen Wanderung in Betracht gezogen. Jedoch ist ein solches Verfahren wegen höherer Kosten nicht zu empfehlen, obwohl die Haltbarkeit verbessert wird. Es wurde auch ein Verfahren vorgeschlagen, gemäß dem der freiliegende Teil der inneren Elektrode aus einem Material des

Silbersystems mit einem Film aus einem Metall mit geringeren Wanderungseigenschaften als denen des Silbers überzogen wird (siehe z. B. JP-A-62-62 571). Jedoch ist der Arbeitsvorgang zum Bedecken der freiliegenden Teile nach Bildung eines Laminats äußerst kompliziert. Die freiliegenden Teile können nicht immer vollständig durch den Metallfilm abgedeckt werden. Es gibt beispielsweise Fälle, in denen das Eindringen äußerer Feuchtigkeit durch Poren od. dgl. möglich ist. Das obige Verfahren ist unter dem Gesichtspunkt der Verlässlichkeit noch unbefriedigend. Zusätzlich zu den obigen Verfahren wurden z. B. ein Beschichtungsverfahren mit Verwendung eines Überzugs aus einem Kunstharzmaterial, ein Verfahren zum Abdichten der Einrichtung in einem aus Metall bestehenden Gefäß u. dgl. als Verfahren zum Verhindern des Eindringens der Feuchtigkeit in der Hochfeuchtigkeitsatmosphäre versucht. Jedoch ist, auch wenn die freiliegenden Teile mit einem Überzug aus einem Kunstharzmaterial bedeckt sind, nicht nur eine Nichtdurchlässigkeit des Überzugs nicht immer vollkommen, sondern es tritt auch ein Fall auf, wo Mikrorisse aufgrund des Betriebs der Einrichtung auftreten oder sich ein kleiner Spalt im Grenzbereich zwischen dem Überzug und dem Anschlußdraht bildet und Feuchtigkeit durch solche Mikrorisse oder Spalte eindringt. Andererseits sind in dem Fall, wo die Einrichtung in einem Metallgefäß abgedichtet wird, solche Nachteile, daß nicht nur ein Verschiebungsbetrag der Einrichtung unterdrückt wird, sondern auch das gesamte Volumen gesteigert wird und außerdem die Kosten ansteigen. Sämtliche obigen bekannten Konstruktionen haben solche Probleme, daß es schwierig ist, die Wanderung völlig zu verhindern, und daß die Lebensdauer der Einrichtung erheblich kurz ist. Bei der neueren optischen Anwendung oder auf dem Anwendungsfeld wie dem einer Halbleiterherstellungsvorrichtung od. dgl. sind, auch wenn ein Verschiebungsbetrag klein ist, die Anforderungen an die Verbesserung der Feuchtigkeitsdichtheit und Dauerhaftigkeit noch strenger. Die herkömmlichen Konstruktionen können diesen strengen Anforderungen nicht genügen.

Auf dem Gebiet des keramischen Kondensators wurde ein Aufbau offenbart, bei dem die inneren Elektroden im Laminat abgedichtet sind und die Außenoberflächen des Laminats durch die äußere Elektrode bedeckt sind (z. B. "Magazine of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers of Japan", Separate Volume, Vol. 70, No. 1, Seiten 109 – 112, Januar 1987). Da jedoch bei einem solchen keramischen Kondensator eine Verschiebung in der Laminierichtung fast gleich Null ist, wird dort die Erzeugung von Rissen, die durch eine Beanspruchung im Grenzbereich zwischen dem Verschiebungsteil und dem Nichtverschiebungsteil in der Laminatverschiebungseinrichtung verursacht werden, nicht in Betracht gezogen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, unter Überwindung der erwähnten Nachteile der bekannten Techniken eine Laminatverschiebungseinrichtung mit einer hohen Dauerhaftigkeit zu entwickeln, die die Wanderung und das Entstehen von Rissen u. dgl. ohne besondere Kostensteigerung völlig vermeiden kann.

Diese Aufgabe wird durch die Laminatverschiebungseinrichtung gemäß dem Patentanspruch 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Ansprüchen gekennzeichnet.

Im Rahmen der Erfindung können die Verbindungsteile der inneren Elektroden mit der jeweiligen äußeren Elektrode an den gegenüberliegenden Seitenoberflächen, der gleichen Seitenoberfläche oder den benachbarten Seitenoberflächen des Laminats gebildet sein.

Bei dem erfindungsgemäßen Aufbau werden die inneren Elektroden, die beispielsweise aus einem Material des Silbersystems bestehen, völlig im Laminat abgedichtet, und der Kontakt mit der Außenatmosphäre läßt sich völlig verhindern, so daß das Eindringen der in der Außenatmosphäre enthaltenen Feuchtigkeit unterbunden werden kann.

Andererseits wird, da die Breitenabmessung des Nichtverschiebungsteils, der nahe dem Seitenteil des Laminats gebildet ist, auf einen Wert eingestellt ist, der gleich dem oder größer als die Hälfte der Breitenabmessung des Verschiebungsteils ist, die Stärke des Nichtverschiebungsteils gesichert, und die Einrichtung kann eine Beanspruchung, die im Grenzteil zwischen dem Nichtverschiebungsteil und dem Verschiebungsteil erzeugt wird, ausreichend beherrschen.

Da die erfindungsgemäße Einrichtung, wie vorstehend erwähnt, aufgebaut ist und arbeitet, lassen sich die inneren Elektroden vollkommen abdichten, läßt sich die Wanderung völlig vermeiden, kann die Feuchtigkeitsabdichtung erheblich verbessert werden, und die Einrichtung kann ihre Funktion auch in einer Hochfeuchtigkeitsumgebung befriedigend erfüllen. Außerdem ist, da die Stärke des Nichtverschiebungsteils gesichert werden kann, die Einrichtung besonders für eine optische Anwendung und ein Anwendungsgebiet einer Halbleiterfertigungsvorrichtung u. dgl. geeignet, wo eine hohe Dauerhaftigkeit und Verlässlichkeit erforderlich sind, auch wenn der Verschiebungsbetrag klein ist. Es ergibt sich auch der Vorteil, daß der Anwendungsbereich vergrößert werden kann.

Die Erfindung wird anhand der in der Zeichnung veranschaulichten Ausführungsbeispiele näher erläutert; darin zeigen:

Fig. 1A eine schematische Seitenansicht eines Hauptabschnitts eines Ausführungsbeispiels der Erfindung;

Fig. 1B einen Querschnitt nach der Linie C-C in **Fig. 1A**;

Fig. 1C einen Querschnitt nach der Linie D-D in **Fig. 1A**;

Fig. 2 ein Diagramm zur Darstellung der Beziehungen zwischen dem Wert von B/A , dem Verschiebungsbetrag und dem Fehlerfreianteil (Überlebensanteil);

Fig. 3A bis 3G Draufsichten zur Darstellung von Beispielen der Ebenenprojektionsumrißformen der inneren Elektroden gemäß der Erfindung;

Fig. 4 die schon erläuterte schematische Darstellung eines Beispiels einer Laminatverschiebungseinrichtung des abwechselnden Elektrodentyps; und

Fig. 5 die schon erläuterte schematische Darstellung eines Beispiels einer Laminatverschiebungseinrichtung des Gesamtflächen-Elektrodentyps.

Fig. 1A ist eine Seitenansicht eines Hauptabschnitts gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. **Fig. 1B** und **1C** sind Querschnitte nach den Linien C-C bzw. D-D in **Fig. 1A**.

In diesen Darstellungen sind die gleichen Teile und Bauelemente wie die in **Fig. 4** und **5** gezeigten mit den

gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Hierin werden die dünnen Platten 1 beispielsweise folgendermaßen gebildet. Zunächst wird ein Rohmaterial mit 62,36 Gew.-% PbO, 4,54 Gew.-% SrCO₃, 11,38 Gew.-% TiO₂, 20,60 Gew.-% SrO₂ und 1,12 Gew.-% Sb₂O₃ mit einer Kugelmühle 24 Stunden gemischt. Danach wird es eine Stunde bei 800°C calciniert. Nach dem Mahlen des calcinierten Pulvers wird diesem Polyvinylbutyral zugesetzt. Das erhaltene Pulver wird in Trichlen dispergiert, um dadurch einen Schlamm zu bilden. Das erhaltene gemischte Material wird geformt, um eine streifenartige dünne Platte mit einer Dicke von 100 µm durch ein Abstreifmeserverfahren zu erhalten. Dann wird eine leitende Platinpaste oder Silber-Palladiumpaste zur Bildung der inneren Elektroden 2a und 2b auf die Oberfläche der dünnen Platte 1 durch Siebdruck aufgebracht. Dabei werden, wie in den Fig. 1B und 1C gezeigt, die inneren Elektroden 2a und 2b derart gebildet, daß die Ebenenprojektionsflächen kleiner als eine Ebenenprojektionsfläche der dünnen Platte 1 sind. Nur die Verbindungsteile 21a und 21b mit den äußeren Elektroden 3a und 3b (siehe Fig. 1A) werden bis zu den Rändern der dünnen Platten 1 ausgebildet. Eine Mehrzahl von z. B. 100 dünnen Platten 1 mit den, wie oben erwähnt, ausgebildeten inneren Elektroden 2a und 2b werden abwechselnd laminiert und unter Druck fest verbunden. Danach werden sie zu einem Laminat mit vorbestimmter Bemessungsform gebildet, und ein Bindemittelaustreibungsverfahren wird bei 500°C durchgeführt. Anschließend wird das Laminat in Sauerstoff 1 bis 5 Stunden bei einer Temperatur von 1050 bis 1200°C gesintert und zu dem Laminat 5 mit vorbestimmten Abmessungen ausgebildet.

Die Abmessungen des Laminats 5 werden beispielsweise auf 3 × 3 × 10 l (mm) oder 50 × 50 × 10 l (mm) eingestellt. Dann werden die äußeren Elektroden 3a und 3b gebildet. Dabei ist es zweckmäßig, die äußeren Elektroden 3a und 3b über die ganzen Breitenabmessungen der Verbindungsteile 21a und 21b der inneren Elektroden 2a und 2b auszubilden. In den Seitenteilen des, wie oben erwähnt, gebildeten Laminats 5 liegen nur die dünnen Platten 1 und die äußeren Elektroden 3a und 3b frei, und die inneren Elektroden 2a und 2b sind völlig im Laminat abgedichtet. In Fig. 1A bezeichnet A eine Breitenabmessung eines Verschiebungsteils 8, der so ausgebildet ist, daß die Projektionen der inneren Elektroden 2a und 2b in der Laminierichtung überlappt werden. B bezeichnet eine Breitenabmessung eines Nichtverschiebungsteils 9, der zwischen dem Rand des Verschiebungsteils 8 und der Seitenoberfläche des Laminats 5 gebildet wird.

Bei dem, wie vorstehend erläutert, gebildeten Laminat 5 wurden der Wert von B/A, der Verschiebungsbetrag und der Fehlerfreianteil (Überlebensanteil) gemessen und ausgewertet. Im obigen Fall wurde die Breitenabmessung A des Verschiebungsteils 8 in Fig. 1A auf 10 mm bzw. 5 mm bzw. 3 mm eingestellt, und die Breitenabmessung B des Nichtverschiebungsteils 9 wurde entsprechend bezüglich der Werte der Breitenabmessung A geändert. Der Fehlerfreianteil (Überlebensanteil) bezeichnet einen Anteil der Zahl von verbleibenden guten Laminaten 5 in dem Fall, wo bis zu zwanzig Laminaten 5 für jede der obigen Breitenabmessungen A und B gebildet wurden, eine Anlegespannung im Bereich von 0 bis 150 V mit einer Frequenz von 4 Hz ein/ausgesteuert wurde, die ein/aus-Vorgänge 5 × 10⁶ Male erfolgten und danach Risse aufgrund der Beanspruchung des Grenzsteils zwischen dem Verschiebungsteil 8 und dem Nichtverschiebungsteil 9 nicht auftraten.

Fig. 2 ist ein Diagramm zur Darstellung der Beziehungen zwischen dem Wert von B/A, dem Verschiebungsbetrag und dem Fehlerfreianteil (Überlebensanteil). Im Diagramm zeigen Kurven a, b und c Verschiebungsbeträge entsprechend den Laminaten, bei denen die Breitenabmessungen A der Verschiebungsteile auf 10 mm, 5 mm und 3 mm eingestellt wurden. Eine Kurve d zeigt einen Fehlerfreianteil (Überlebensanteil). Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, sinken die Verschiebungsbeträge nach und nach mit einem Anstieg bei B/A, wie durch die Kurven a, b und c gezeigt wird. Wie man offenbar auch aus Fig. 1A versteht, ist dies der Fall, weil der Verschiebungsbetrag des Verschiebungsteils 8 beschränkt wird, wenn der Anteil des Nichtverschiebungsteils 9 wächst. Wenn B/A = 0 ist, ist die Einrichtung vom Gesamtoberflächen-Elektroden-Typ (siehe Fig. 5), und es wird beispielsweise ein Kunstharzüberzug des Polyimidsystems vorgesehen, um zu vermeiden, daß die inneren Elektroden 2a und 2b an den Seitenteilen des Laminats 5 freiliegen. Wie durch die Kurve d gezeigt wird, ist in einem Bereich, wo B/A kleiner als 0,5 ist, die Breitenabmessung B des in Fig. 1A gezeigten Nichtverschiebungsteils 9 klein. Daher fehlt eine Stärke, die die Belastung aushalten kann, die im Grenzbereich zwischen dem Verschiebungsteil 8 und dem Nichtverschiebungsteil 9 erzeugt wird, und es tritt eine Erscheinung, daß die dünne Platte 1 bricht, häufig auf, und es wurde gefunden, daß der Fehlerfreianteil (Überlebensanteil) sich erheblich verringert. Daher ist es bei der optischen Anwendung und auf dem Anwendungsgebiet der Halbleiterfertigungsvorrichtung od. dgl. zweckmäßig, B/A auf 0,5 oder darüber einzustellen, um mit Sicherheit die Dauerhaftigkeit und Verlässlichkeit unter Berücksichtigung einer Bedingung zu verbessern, daß ein Verschiebungsbetrag, der für eine Laminatverschiebungseinrichtung benötigt wird, gleich oder unter 10 µm ist.

Die Fig. 3A bis 3G sind Draufsichten zur Veranschaulichung von Beispielen der Ebenenprojektionsumrißformen der inneren Elektroden gemäß der Erfindung. In den Figuren sind die gleichen Teile und Bauelemente wie die in den Fig. 1A bis 1C gezeigten mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Fig. 3A zeigt ein Beispiel, bei dem die Verbindungsteile 21a und 21b der inneren Elektroden 2a und 2b an zwei benachbarten Seitenoberflächen der dünnen Platten 1 freiliegen. Die Fig. 3B bis 3G zeigen Beispiele, bei denen die Verbindungsteile 21a und 21b so ausgebildet sind, daß die Breitenabmessungen geringer als die restlichen Breitenabmessungen der inneren Elektroden 2a und 2b sind. Mit diesen Formen lassen sich die Breitenabmessungen der äußeren Elektroden 3a und 3b verringern. Die Fig. 3C und 3E zeigen die Fälle, wo die Verbindungsteile 21a und 21b an der gleichen Seitenoberfläche der dünnen Platten 1 freiliegen. Bei den vorstehenden Varianten lassen sich (nicht dargestellte) Anschlußdrähte, die mit den äußeren Elektroden 3a und 3b verbunden werden, bequem handhaben. Durch Ausbildung der Einrichtung, wie sie in Fig. 3E dargestellt ist, lassen sich die Kriechwege zwischen den Verbindungsteilen 21a und 21b und zwischen den äußeren Elektroden 3a und 3b auf große Werte einstellen. Die Fig. 3F und 3G zeigen die Fälle, wo die Ebenenprojektionsumrißformen der inneren Elektroden 2a und 2b Kreisform bzw. Achteckform aufweisen.

Obwohl die Ausführungsbeispiele bezüglich des Falls beschrieben wurden, wo die Ebenenprojektionsumrißform jeder der dünnen Platten, die das Laminat ergeben, quadratisch ist, kann sie auch auf irgendeine andere

geometrische Form, wie z. B. Rechteck, Vieleck, Kreis oder Ellipse abgewandelt werden. Dies gilt auch für die inneren Elektroden. Weiter ist die Erfindung, obwohl die Ausführungsbeispiele bezüglich der Herstellungsart beschrieben wurden, bei der das Siebdruckverfahren als Mittel zur Bildung der inneren und äußeren Elektroden verwendet wurde, darauf nicht beschränkt. Die gleichartige Wirkung läßt sich auch unter Verwendung anderer Mittel, wie z. B. Plattieren, Dampfabscheiden, Beschichten od. dgl. erhalten. Weiter läßt sich, obwohl die Ausführungsbeispiele hinsichtlich des Falls beschrieben wurden, in dem ein piezoelektrisches Material als elektromechanisches Wandlmaterial verwendet wurde, eine Wirkung, die der oben erwähnten sehr ähnlich ist, auch erhalten, indem man ein elektrostriktives Material mit solchen Merkmalen verwendet, daß eine Polarisierung nicht nötig ist, der Verschiebungsbetrag groß ist, eine Hysterese gering ist u. dgl., weil die Curietemperatur niedriger als die Raumtemperatur ist. Als ein solches elektrostriktives Material kann beispielsweise

$(\text{Pb}_{0,916} \text{La}_{0,084})(\text{Zr}_{0,65} \text{Ti}_{0,35})_{0,979} \text{O}_3$,
 $(\text{Pb}_{0,85} \text{Sr}_{0,15})(\text{Zr}_{0,51} \text{Ti}_{0,34} \text{Zn}_{0,0125} \text{Ni}_{0,0375} \text{Nb}_{0,10})\text{O}_3$,
 $(\text{Pb}_{0,85} \text{Sr}_{0,15})(\text{Zr}_{0,50} \text{Ti}_{0,30} \text{Zn}_{0,05} \text{Ni}_{0,05} \text{Nb}_{0,10})\text{O}_3$

od. dgl. verwendet werden.

Patentansprüche

1. Laminatverschiebungseinrichtung, in der eine Mehrzahl von aus einem elektromechanischen Wandlmaterial bestehenden dünnen Platten und eine Mehrzahl von aus einem leitenden Material bestehenden inneren Elektroden abwechselnd laminiert sind, wodurch ein Laminat gebildet wird, und ein Paar von äußeren, abwechselnd mit jeweils zugehörigen der inneren Elektroden zu verbindenden Elektroden an Seitenoberflächen des Laminats gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Ebenenprojektionsfläche der inneren Elektroden (2a, 2b) derart kleiner als eine Ebenenprojektionsfläche der dünnen Platten (1) gemacht ist und nur die Verbindungsteile mit den äußeren Elektroden (3a, 3b) an den Seitenoberflächen des Laminats (5) derart freigelegt sind, um der Beziehung $B/A \geq 0,5$ zu genügen, worin A die Breitenabmessung eines Verschiebungsteils (8) bedeutet, der durch Überlappen der Projektionen der inneren Elektroden (2a, 2b) in der Laminierrichtung gebildet wird, und B die Breitenabmessung eines Nichtverschiebungsteils (9) bedeutet, der zwischen einem Rand des Verschiebungsteils (8) und der Seitenoberfläche des Laminats (5) gebildet wird.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsteile (21a, 21b) mit den äußeren Elektroden (3a, 3b) an den gegenüberliegenden Seitenoberflächen, der gleichen Seitenoberfläche oder den benachbarten Seitenoberflächen des Laminats (5) gebildet sind.
3. Laminatverschiebungseinrichtung mit:
 dünnen Platten (1), die aus einem elektromechanischen Wandlmaterial bestehen und ein Laminat (5) bilden,
 einer Gruppe von inneren Elektroden (2a, 2b), die abwechselnd an den dünnen Platten (1) fest haften, so daß sie sie laminieren und das Laminat (5) zusammen mit den dünnen Platten (1) bilden, und wobei abwechselnd jeweils eine der inneren Elektroden an einem der Seitenteile des Laminats (5) freiliegend ausgebildet ist und jeweils die andere innere Elektrode am anderen Seitenteil des Laminats (5) freiliegend ausgebildet ist, und äußeren Elektroden (3a, 3b), die jeweils für diese Seitenteile vorgesehen sind und mit den zugehörigen inneren Elektroden (2a, 2b) verbunden sind,
 dadurch gekennzeichnet, daß eine Ebenenprojektionsfläche, die durch Überlappung der inneren Elektroden (2a, 2b) in der Laminierrichtung gebildet wird, kleiner als eine Ebenenprojektionsfläche, die durch Überlappung der dünnen Platten (1) in der Laminierrichtung gebildet wird, gemacht ist und der Beziehung $B/A \geq 0,5$ genügt, worin A die Breitenabmessung eines Teils (8) bedeutet, der durch Überlappen der Projektionen beider der Gruppen der inneren Elektroden (2a, 2b) in der Laminierrichtung gebildet wird, und B die Breitenabmessung eines Teils (9) bedeutet, der zwischen diesem Teil (8) und der Seite des Laminats (5) laminiert ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1A

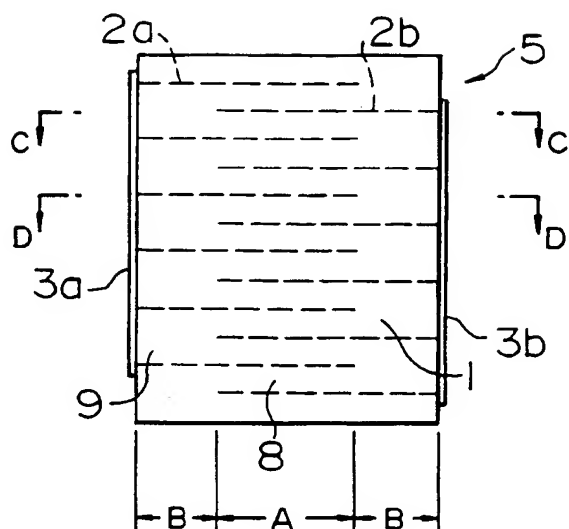


FIG. 1B

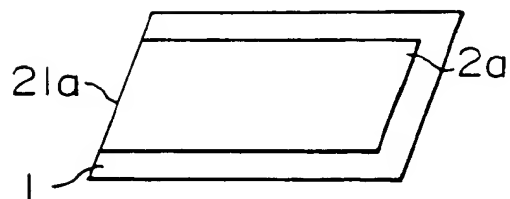


FIG. 1C

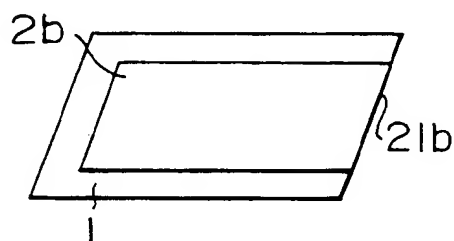


FIG. 2

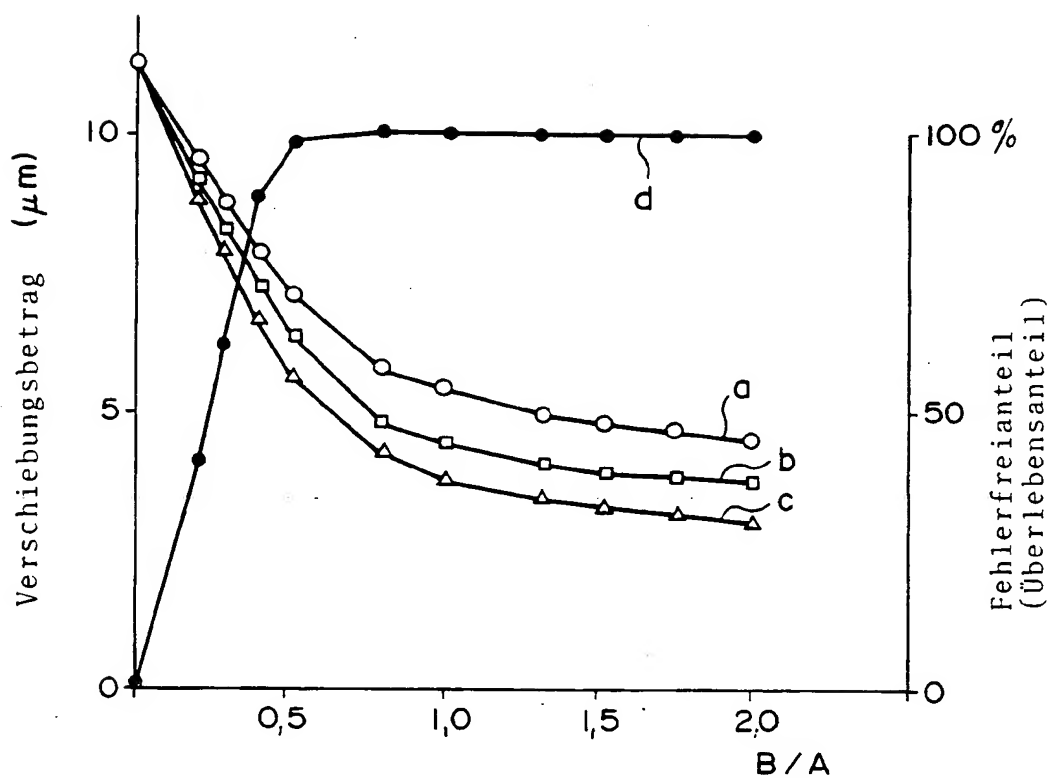


FIG. 3A

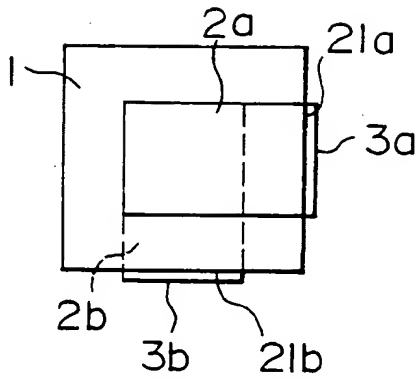


FIG. 3B

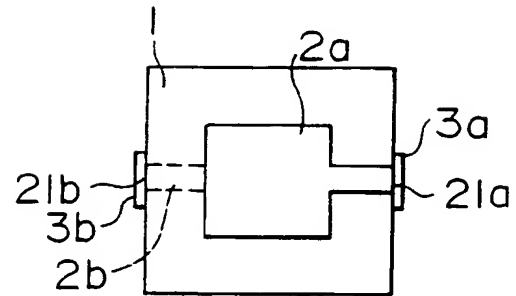


FIG. 3C

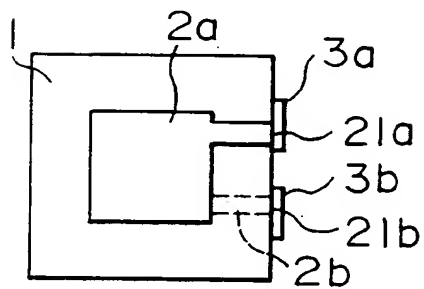


FIG. 3D

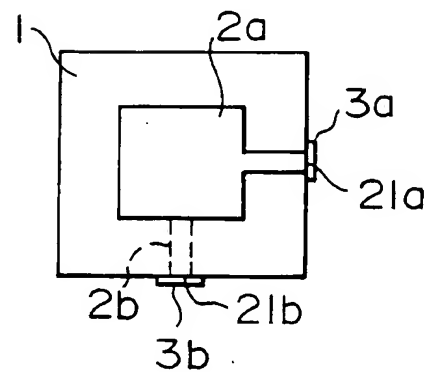


FIG. 3E

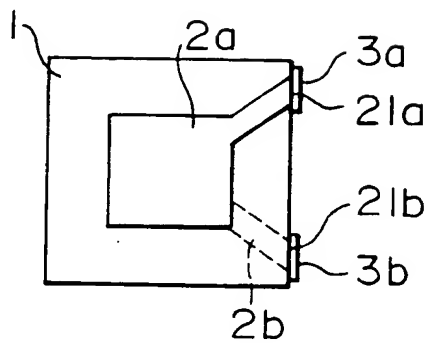


FIG. 3F

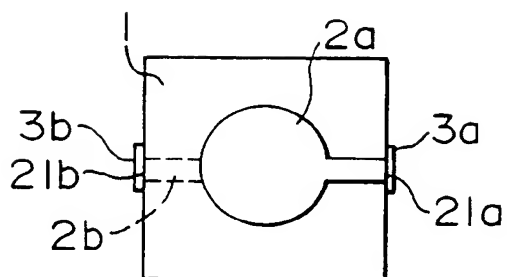


FIG. 3G

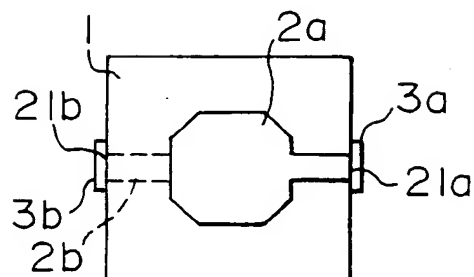


FIG. 4

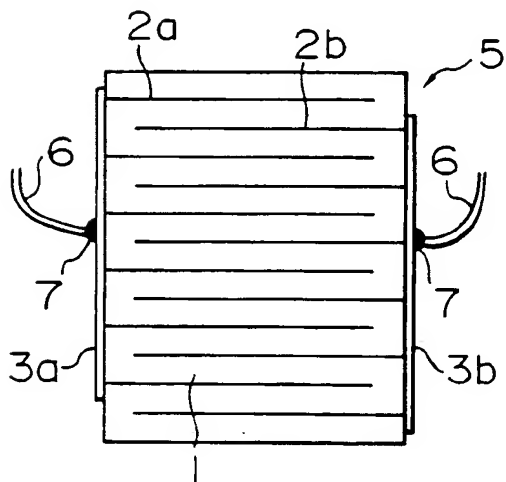


FIG. 5

